

RANCANG BANGUN PROGRAM APLIKASI DETEKSI ISYARAT WICARA HURUF VOKAL PADA PENDERITA TUNA WICARA BERBASIS SINYAL ELECTROMYOGRAPH (EMG)

Himawan Wicaksono^{#1}, Rika Rokhana^{#2}, Mauridhi Hery Purnomo^{#3}

[#]Jurusan Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS ITS Sukolilo, Surabaya

¹himawan@student.eepis-its.edu

²rika@eepis-its.edu

Abstrak— Ketidakmampuan seseorang untuk berbicara (*tuna wicara*) diantaranya disebabkan oleh beberapa hal : (karena keturunan) hal ini bisa terjadi karena penderita mewarisi sifat dari keturunan terdahulu yang juga memiliki keterbatasan berbicara, (karena kecelakaan) ketidakmampuan seseorang untuk berbicara juga dapat disebabkan karena orang tersebut mengalami kecelakaan yang tepat mengenai *organ pita suara*, yang berperan penting dalam pembangkitan suara, karena penyakit (*kanker laring*) untuk faktor yang ketiga ini, dikarenakan orang tersebut menderita penyakit / *kanker* pada tenggorokkan (*kanker laring*). Sehingga harus dilakukan pengangkatan terhadap *kanker* tersebut, agar tidak merambat ke organ – organ tubuh lainnya, yang secara otomatis juga akan mengangkat *organ pita suara*.

Penelitian ini direalisasikan untuk membantu seseorang yang memiliki keterbatasan untuk melakukan kegiatan berbicara (*tuna wicara*), sehingga dapat melakukan kegiatan komunikasi. Dalam penelitian ini, media deteksi *isyarat wicara* memanfaatkan *sinyal Electromyograph (EMG)*, yang ketika seseorang sedang melakukan kegiatan berbicara maka akan melibatkan aktifitas otot, baik berkontraksi maupun merenggang, terutama pada daerah mulut dan pipi. Dimana ketika seseorang mengucapkan suatu suku kata maka pada bagian inilah yang paling terlihat perubahannya. Pendeteksian *isyarat wicara* dibatasi dalam *huruf vokal (A,I,U,E,O)*.

Proses identifikasi *isyarat wicara* dilakukan menggunakan *Jaring Syaraf Tiruan* algoritma *Radial Basis Function Network*. Ketika dilakukan pengujian sinyal dari sampel pasien tuna wicara diperoleh nilai akurasi 65% sinyal teridentifikasi, sedangkan dari sampel pasien orang normal diperoleh 64% sinyal teridentifikasi. Tingkat keberhasilan secara keseluruhan sistem ini sebesar 64.44% dari 45 data sampel yang diujicobakan.

Kata kunci : berbicara, kanker laring (tenggorokan), sinyal *Electromyograph (EMG)*, huruf vokal (A,I,U,E,O).

I. PENDAHULUAN

Untuk berkomunikasi antar satu individu dengan individu lainnya, salah satunya dapat dilakukan dengan berbicara. Kegiatan berbicara merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena tanpa berbicara manusia tidak

dapat menyampaikan informasi dengan baik, sesuai dengan maksud yang ingin diutarakannya dan dapat dimengerti oleh orang lain.

Kita patut bersyukur karena diberi anugerah berupa kemampuan berbicara, karena diluar sana banyak saudara – saudara kita yang memiliki nasib kurang beruntung seperti kita yaitu tidak memiliki kemampuan berbicara atau lebih dikenal dengan *tuna wicara*. Ketidakmampuan seseorang untuk berbicara dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya :

- Faktor Keturunan

Hal ini bisa terjadi karena penderita mewarisi sifat dari keturunan terdahulu yang juga memiliki keterbatasan berbicara.

Ketidakmampuan seseorang untuk berbicara karena faktor keturunan biasanya bukan disebabkan gangguan yang terjadi pada organ – organ vital yang berfungsi menghasilkan suara, seperti tenggorokan, pita suara, bibir, lidah, dll. Melainkan terjadi pada organ pendengaran yang mengalami masalah karena faktor keturunan. Mengakibatkan orang tersebut sejak lahir tidak pernah mendengarkan sesuatu apapun yang dapat digunakan sebagai pembelajaran, sehingga ia tidak tahu apa itu suara dan bagaimana cara menghasilkan suara tersebut. Karena tahap atau fase seseorang untuk dapat berbicara diawali dengan tahap mendengarkan, menirukan setelah itu mempraktekkan. Seperti pada anak kecil normal umur satu sampai tiga tahun yang belum dapat berbicara, ia selalu mendengarkan dan menirukan apa yang dikatakan oleh orang tuanya, kemudian dipraktekkan. Dan lambat laun menyebabkan anak tersebut mengerti maksud dari apa yang diucapkannya.

- Faktor Kecelakaan

Faktor yang kedua, ketidakmampuan seseorang untuk berbicara disebabkan karena orang tersebut pernah mengalami kecelakaan (jatuh, terguling, tertabrak, dll) dan menyebabkan cedera bahkan cacat pada organ vital yang berperan penting untuk memproduksi suara. Sehingga setelah pulih orang tersebut tidak dapat lagi berbicara sebaik dan sejelas sebelum terjadinya kecelakaan bahkan yang terburuk jika organ vital

tersebut mengalami cacat, sehingga menyebabkan orang tersebut tidak dapat lagi berbicara.

- Faktor Penyakit

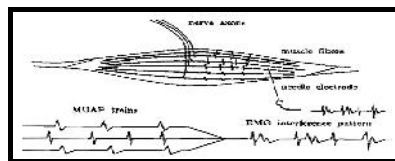
Faktor ketiga, yang juga mempengaruhi kemampuan berbicara seseorang karena orang tersebut menderita penyakit / *kanker* pada tenggorokkan (*kanker laring*). Agar *kanker* tidak merambat ke organ tubuh lain, maka harus dilakukan operasi pengangkatan. Yang secara otomatis juga akan mengangkat *organ pita suara*, mengingat *organ pita suara* merupakan salah satu organ penting yang mendukung kemampuan seseorang untuk dapat berbicara. Maka dengan diangkatnya organ tersebut menyebabkan penderita tidak dapat lagi berbicara, tentu hal ini merupakan pukulan berat bagi penderita karena tidak dapat lagi berbicara seperti sedia kala.

Penelitian ini direalisasikan untuk membantu seseorang yang memiliki keterbatasan berbicara (*tuna wicara*), sehingga nantinya dapat berkomunikasi dengan isyarat wicara yang berupa huruf vocal (A,I,U,E,O). Dalam penelitian ini, media deteksi *isyarat wicara* memanfaatkan *sinyal Electromyograph (EMG)*, yang ketika seseorang sedang melakukan kegiatan berbicara maka akan melibatkan aktifitas otot, baik berkontraksi maupun merenggang, terutama pada daerah mulut dan pipi. Dimana ketika seseorang mengucapkan suatu suku kata maka pada bagian inilah yang paling terlihat perubahannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Otot

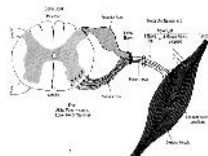
Tubuh manusia terdiri dari jaringan otot dengan masing-masing bentuk yang spesifik secara homeostatis yaitu otot jantung, jaringan otot dan syaraf otot. Jaringan otot tubuh manusia berisi seratus sel yang bentuknya silinder dan bersama digabungkan dengan jaringan syaraf. Gambar 2.1 berikut menunjukkan struktur otot.



Gambar 2.1. Struktur otot [4]

Pada tubuh manusia otot merangsang untuk kontraksi yang dibangkitkan oleh sinyal dari otot seperti pada gambar 2. Axon atau fiber yang panjang dan berbentuk silinder. Yang berkembang melalui spinal nerves dan otak kemudian disebarkan ke cabang-cabang yang dimana cabang-cabang tersebut merupakan gabungan dari fiber.

Diantara otot – otot tersebut untuk mencapai ke cabang – cabangnya biasanya secara individual.



Gambar 2.2. Contoh dari motor unit otot

Semua unit motor neuron dapat sebagai otot fibers, masing- masing otot fibers adalah sebuah otot neuron kombinasi dari single motor neuron dan semua otot fibers dapat dikontrol yang disebut sebagai motor unit. Aktifitas dari motor neuron, semua otot fibers dapat dirangsang oleh neuron yang dibangkitkan sinyal elektrik.

B. Electromyograph

Electromyograph adalah teknik untuk mengevaluasi dan merekam aktivitas sinyal otot. Aktivitas *Electromyogram* ditunjukkan oleh Electromyograph. *Electromyograph* berfungsi untuk mendeteksi adanya potensial listrik yang dihasilkan oleh otot saat kontraksi dan relaksasi.

Dalam *Electromyography*, terdapat beberapa teknik pengukuran yang meliputi : [6]

1. Surface Electromyography (SEMG)

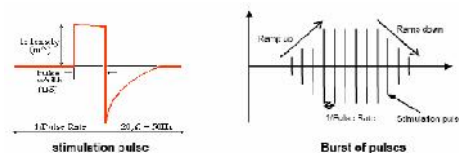
Adalah teknik non-invasive untuk mengukur hasil aktifitas elektrik otot dari proses kontraksi dan relaksasi

2. Fire Wire Electromyography (Intramuscular EMG)

Adalah teknik invasive untuk mengukur hasil aktivitas elektrik otot dari proses kontraksi dan relaksasi.

3. Neuromuscular Electrical Simulation (NMES)

Burst dari Pulsa elektrik merangsang kontaksi otot yang ditargetkan otot melalui electrode.

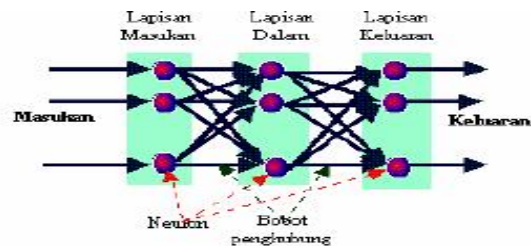


Gambar 2. 4. Typical pulsa pada NMES

C. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaring saraf tiruan (JST) diinspirasi oleh struktur jaring sel – sel di dalam otak. Sebuah jaring saraf adalah sebuah prosesor yang terdistribusi parallel dan mempunyai kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang didapatkannya dari pengalaman dan membuatnya tetap tersedia untuk digunakan. Hal ini menyerupai kerja otak dalam dua hal yaitu :

1. Pengetahuan diperoleh oleh jaring melalui suatu proses belajar.
2. Kekuatan hubungan antar sel saraf yang dikenal dengan bobot sinapsis digunakan untuk menyimpan pengetahuan. JST merupakan suatu model komputasi yang meniru cara kerja sistem otak manusia.



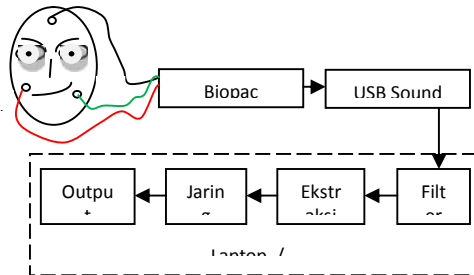
Gambar 2.5. Susunan jaringan syaraf tiruan

Tiap-tiap lapisan terdiri dari banyak simpul, interkoneksi hanya terjadi antara simpul-simpul yang terletak pada satu lapisan dengan simpul-simpul yang terletak pada lapisan tetangganya. Simpul-simpul yang berhubungan langsung dengan masukan dan terletak dalam satu lapisan yang sama, lapisan tersebut disebut "lapisan masukan" simpul-simpul yang memberikan keluaran dan terletak dalam satu lapisan disebut "lapisan keluaran".

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Blok Diagram Sistem

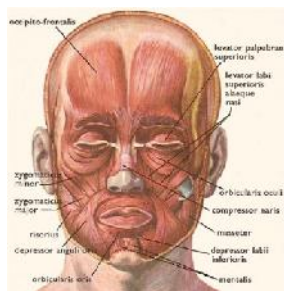
Blok diagram pengolahan sinyal *Electromyograph* (EMG) adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Blok diagram sistem keseluruhan

Berdasarkan blok diagram diatas, untuk memperoleh sinyal *electromyograph* (EMG) dari aktifitas pergerakan otot wajah, maka terlebih dahulu dilakukan penentuan penempatan electrode yang tepat. Karena peletakan posisi electrode yang tepat menentukan kualitas pembacaan sinyal yang semakin baik.

Berdasarkan gambar blok diagram di atas, untuk memperoleh sinyal elektromyograph (EMG), maka dilakukan perekaman sinyal otot dengan menggunakan BIOPAC MP30 yang merupakan alat standar pengukuran dalam Biomedikal. Pengambilan sinyal ini dilakukan dengan menempatkan disposable electrode pada otot bisep, dengan posisi peletakan electrode seperti ditunjukkan pada gambar 3.2. berikut :



Gambar 3.2. Struktur susunan otot pada wajah

Sehingga ditetapkan posisi penempatan electrode pada otot *depressor anguli oris*, yang merupakan otot center atau otot yang turut menentukan proses artikulasi atau pengucapan huruf hidup.



Gambar 3.3. Penempatan posisi electrode pada otot wajah (tampak depan)



Gambar 3.4. Penempatan posisi electrode pada otot wajah (tampak samping kanan)



Gambar 3.5. Penempatan posisi electrode pada otot wajah (tampak samping kiri)



Gambar 3.6. Mengekspresikan isyarat wicara huruf vocal 'A' (pada pasien tuna wicara)



Gambar 3.7. Mengekspresikan isyarat wicara huruf vocal 'I' (pada pasien tuna wicara)



Gambar 3.10. Mengekspresikan isyarat wicara huruf vocal 'O' (pada pasien tuna wicara)



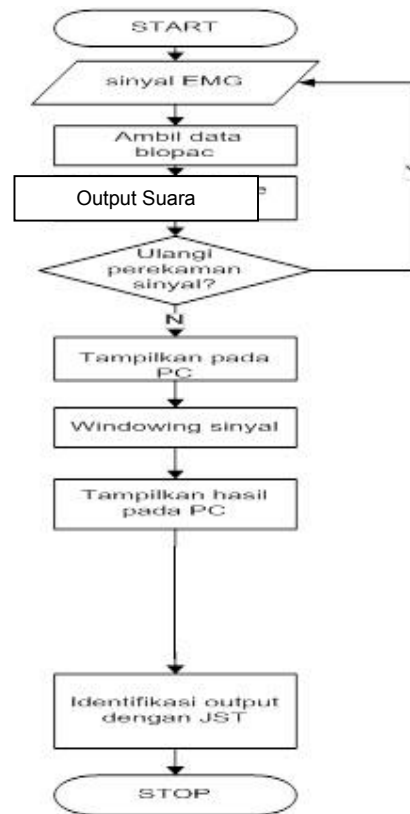
Gambar 3.8. Mengekspresikan isyarat wicara huruf vocal 'U' (pada pasien tuna wicara)



Gambar 3.9. Mengekspresikan isyarat wicara huruf vocal 'E' (pada pasien tuna wicara)

B. Perancangan filter digital FIR

Flowchart proses pengolahan sinyal secara keseluruhan ditampilkan pada **Gambar 3.11** sebagai berikut:



Gambar 3.11. *Flowchart* proses pengolahan sinyal secara keseluruhan

C. Perancangan tampilan dengan Borland Delphi XE2

Pembuatan tampilan menggunakan software aplikasi Borland Delphi XE2, berfungsi untuk mempermudah proses kerja sistem mulai dari pengambilan sampel data sinyal *electromyograph* (EMG) menggunakan USB Sound Card sampai proses identifikasi artikulasi ekspresi wajah dalam pengucapn isyarat wicara huruf vokal berbasis Jaring syaraf. Pada pembuatan tampilan ini dirancang agar semua komponen proses data dapat ditampilkan dengan hanya menggunakan satu halaman form, sehingga mempermudah dalam penggunaan dan dapat memantau semua proses sinyal secara real time tanpa kehilangan moment dengan melakukan mengubah – ubah form tampilan seperti pada penelitian sebelumnya. Berikut perancangan tampilan software aplikasi ini :



Gambar 3.12. Desain tampilan aplikasi secara keseluruhan

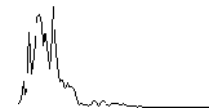
IV. HASIL PENGUJIAN



Gambar 4.2. Bentuk sinyal atau *feature* dari proses artikulasi huruf vocal 'A'



Gambar 4.2. Bentuk sinyal atau *feature* dari proses artikulasi huruf vocal 'I'



Gambar 4.2. Bentuk sinyal atau *feature* dari proses artikulasi huruf vocal 'U'

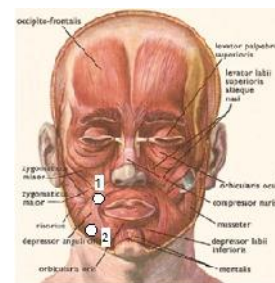


Gambar 4.2. Bentuk sinyal atau *feature* dari proses artikulasi huruf vocal 'E'



Gambar 4.2. Bentuk sinyal atau *feature* dari proses artikulasi huruf vocal 'O'

1. Pengujian dan analisa sistem pendeteksiian sinyal EMG (*Electromyograph*) pada otot wajah
 - a. Pengujian terhadap otot *Depressor Anguli Oris*



Gambar 4.2. Posisi otot *Depressor Anguli Oris*

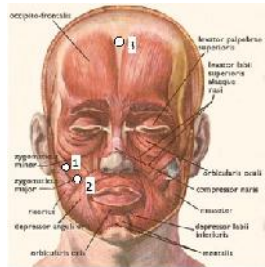
Tabel 4.3. Hasil pengukuran otot *Depressor Anguli Oris*

No.	Isyarat Wicara Huruf Vokal	Percobaan ke -	Amplitudo (mV)
1.	A	1	0.03674
2.	A	2	0.06824
3.	A	3	0.05475
4.	I	1	0.02130
5.	I	2	0.01889
6.	I	3	0.03882
7.	U	1	0.23975
8.	U	2	0.23242
9.	U	3	0.13751
10.	E	1	0.03448

11.	E	2	0.03741
12.	E	3	0.03204
13.	O	1	0.11487
14.	O	2	0.14215
15.	O	3	0.13751

Dari data hasil percobaan yang telah dilakukan terhadap otot *Depressor Anguli Oris*, dapat dilakukan analisa bahwa pada otot *Depressor Anguli Oris* isyarat wicara yang paling dominan adalah isyarat wicara huruf vokal U dan O, isyarat wicara U memiliki amplitudo lebih besar dari isyarat wicara O.

b. Pengujian terhadap otot *Zygomaticus Major*



Gambar 4.15. Posisi otot *Zygomaticus Major*

Tabel 4.4. Hasil pengukuran otot *Zygomaticus Major*

No.	Isyarat Wicara Huruf Vokal	Percobaan ke -	Amplitudo (mV)
1.	A	1	1.12342
2.	A	2	0.87431
3.	A	3	1.04753
4.	I	1	1.01135
5.	I	2	1.01846
6.	I	3	1.02871
7.	U	1	0.02565
8.	U	2	0.02443
9.	U	3	0.01862
10.	E	1	1.03548
11.	E	2	1.03741
12.	E	3	1.03204
13.	O	1	0.01243
14.	O	2	0.01156
15.	O	3	0.01021

Dari data hasil percobaan yang telah dilakukan terhadap otot *Zygomaticus Major*, dapat dilakukan analisa bahwa pada otot *Zygomaticus Major* isyarat wicara yang paling dominan adalah isyarat wicara huruf vokal A, I dan E dimana masing – masing isyarat wicara tersebut memiliki amplitudo sinyal yang relatif sama. Sehingga sangat tidak relevan jika diaplikasikan untuk inputan klasifier, mengingat syarat agar suatu sinyal dapat digunakan sebagai inputan classifier amplitudo sinyal tersebut harus stabil, dalam artian perubahan yang terjadi masih dalam range toleransi. Hal ini bisa diperhatikan untuk isyarat wicara A dari percobaan pertama bernilai 1.12342 kemudian pada percobaan kedua bernilai 0.87431 dan pada percobaan ketiga nilai kembali naik berada dalam range 1.04753. Dan bila dibandingkan dengan perubahan nilai sinyal

pada isyarat wicara I dengan E dimana memiliki range (1.01135 - 1.02871) dan (1.03741 - 1.03204) tentu dari ketiga isyarat wicara tersebut dapat saling berinterferensi atau saling mengganggu. Yang mengakibatkan klasifier dapat salah mengambil keputusan.

c. Pengujian terhadap otot *Masseter*



Gambar 4.27. Posisi otot *Masseter*

Tabel 4.5. Hasil pengukuran otot *Masseter*

No.	Isyarat Wicara Huruf Vokal	Percobaan ke -	Amplitudo (mV)
1.	A	1	1.11251
2.	A	2	0.65732
3.	A	3	0.78551
4.	I	1	1.01244
5.	I	2	1.01425
6.	I	3	1.01352
7.	U	1	0.02565
8.	U	2	0.02443
9.	U	3	0.01862
10.	E	1	1.02145
11.	E	2	1.01842
12.	E	3	1.03013
13.	O	1	0.05223
14.	O	2	0.04137
15.	O	3	0.03132

Dari data hasil percobaan yang telah dilakukan terhadap otot *Masseter*, bahwa sinyal EMG (*Electromyograph*) yang dideteksi dari otot ini, memiliki respon yang lebih baik bila dibandingkan dengan kedua otot yang sebelumnya telah dilakukan uji coba. Hampir semua isyarat wicara huruf vokal dapat dilihat ciri khasnya, tetapi untuk isyarat wicara A memiliki range nilai rancu atau tidak stabil.

d. Pengujian terhadap otot *Depressor Anguli Oris* versi 2



Gambar 4.39. Posisi otot *Depressor Anguli Oris*

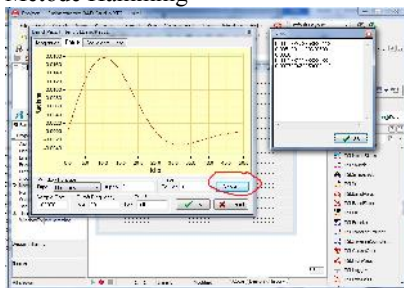
Tabel 4.6 Hasil pengukuran otot *Depressor Anguli Oris*

No.	Isyarat Wicara Huruf Vokal	Percobaan ke -	Amplitudo (mV)
1.	A	1	0.02111
2.	A	2	0.02232
3.	A	3	0.02317
4.	I	1	0.14136
5.	I	2	0.14825
6.	I	3	0.13872
7.	U	1	0.25313
8.	U	2	0.24571
9.	U	3	0.26867
10.	E	1	0.35373
11.	E	2	0.36745
12.	E	3	0.35612
13.	O	1	0.16977
14.	O	2	0.18821
15.	O	3	0.17348

2. Pengujian pemrosesan sinyal digital

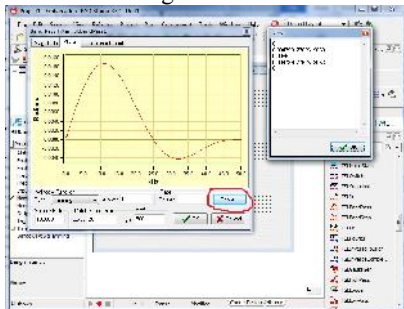
a. Pengujian filter BPF (Band Pass Filter) 20 – 500 Hz

- Metode Hamming



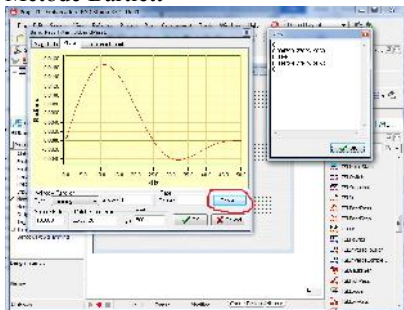
Gambar 4.61. Tampilan angka pada metode hamming

- Metode Hanning



Gambar 4.66. Tampilan angka pada metode hanning

- Metode Bartlett



Gambar 4.66. Tampilan angka pada metode bartlett

- Analisa metode pemrosesan sinyal digital

Tabel 4.7 Hasil pengujian terhadap metoda pemfilteran sinyal

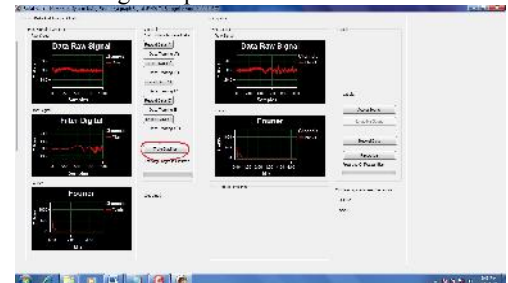
Metoda	Nilai response terhadap sinyal
Hamming	0.000767473758680112
	0.00518311183628588
	0.0096
	0.00518311183628588
Hanning	0.000767473758680112
	0
	0.00479917762619063
	0.0096
Bartlett	0.00479917762619063
	0
	0.0096
	0.00479917762619063
	0

Dari hasil percobaan sistem pemrosesan sinyal pada tabel 4.7. diatas, dapat dianalisa bahwa output nilai dari metoda hanning dan Bartlett adalah sama. Kemudian frekuensi respon pada metoda hamming memiliki respon terhadap steady state sinyal yang lebih halus dan stabil, bila dibandingkan dengan metoda hanning dan Bartlett, walaupun respon terhadap perubahan frekuensi adalah cukup responsif dan tajam namun pada steady statenya sinyal yang dihasilkan tidak stabil.

Sehingga pada penelitian ini untuk sistem pemrosesan sinyalnya pilihan jatuh pada metoda hamming.

b. Pengujian sistem identifikasi sinyal EMG (*Electromyograph*)

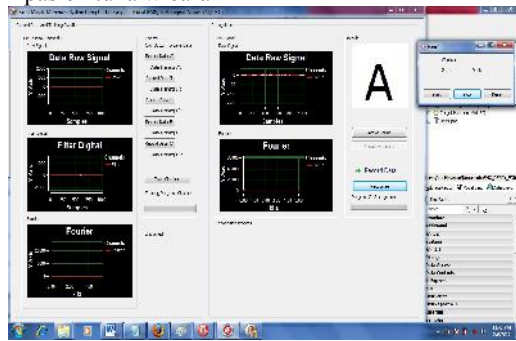
- Proses learning atau pelatihan



Gambar 4.76. Tampilan program setelah dieksekusi

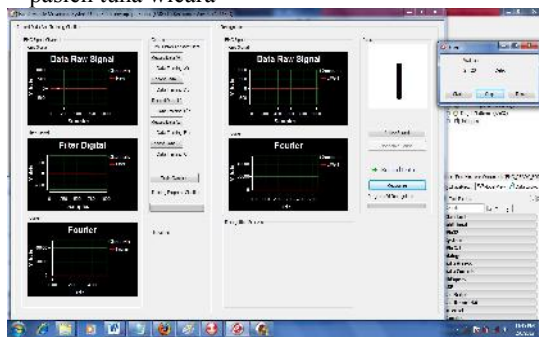
Untuk memulai proses training, tekan tombol Train Clasifier yang dilingkari garis berwarna merah, seperti ditunjukkan pada gambar 4.76.

- Proses recognition atau pengenalan
 - Menguji sistem dengan isyarat wicara ‘A’ pada pasien tuna wicara



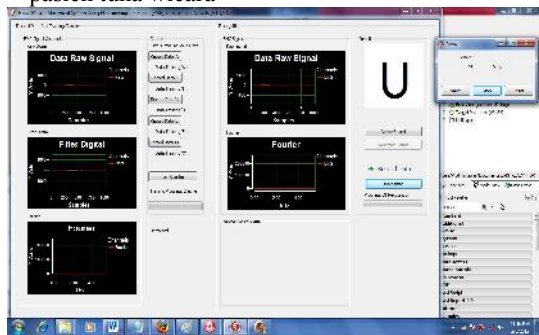
Gambar 4.83. Hasil uji isyarat wicara ‘A’ terhadap waktu

- Menguji sistem dengan isyarat wicara ‘I’ pada pasien tuna wicara



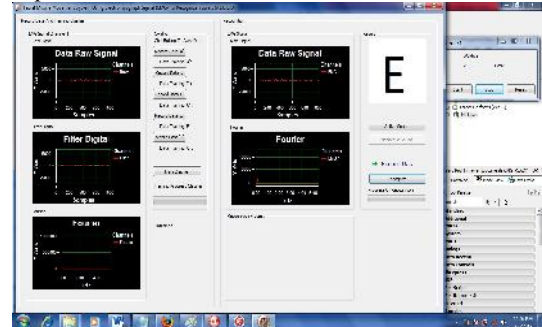
Gambar 4.87. Hasil uji isyarat wicara ‘I’ terhadap waktu

- Menguji sistem dengan isyarat wicara ‘U’ pada pasien tuna wicara



Gambar 4.87. Hasil uji isyarat wicara ‘U’ terhadap waktu

- Menguji sistem dengan isyarat wicara ‘E’ pada pasien tuna wicara



Gambar 4.87. Hasil uji isyarat wicara ‘E’ terhadap waktu

- Menguji sistem dengan isyarat wicara ‘O’ pada pasien tuna wicara



Gambar 4.87. Hasil uji isyarat wicara ‘O’ terhadap waktu

- Hasil dan Analisa

Selain dalam bentuk gambar nilai pengukuran juga akan ditampilkan dalam bentuk tabel agar lebih mudah dalam melakukan analisa. Namun untuk mempermudah proses analisa pada bab 4, data gambar pengujian diletakkan pada lampiran sehingga tampilan data menjadi lebih simple.

Tabel 4.8 Tabel hubungan jumlah data learning, lama waktu belajar dan learning rate yang digunakan

Jumlah Data Learning	Lama Waktu Belajar		
	Learning Rate 0.25	Learning Rate 0.33	Learning Rate 0.67
50	7.93	6.79	7.89
75	14.33	15.32	13.47
100	24.99	28.28	24.80

Penyajian hasil pengujian secara keseluruhan untuk data recognize atau pengenalan, dari pasien tuna wicara sebanyak 20 data dan data yang diambil dari pasien orang normal sebanyak 25 data. ditampilkan pada lampiran.

Perincian hasil pengujian dari data recognize atau pengenalan yang diambil dari pasien tuna wicara :

- Jumlah data total : 20 data
- Jumlah data benar : 13 data
- Jumlah data salah : 7 data

Sehingga diperoleh nilai perhitungan error dan akurasi, yaitu :

$$\begin{aligned} \% \text{ error} &= \frac{\text{Jumlah data salah}}{\text{Jumlah data total}} \times 100\% = \frac{7}{20} \times 100\% = 35\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ akurasi} &= \frac{\text{Jumlah data salah}}{\text{Jumlah data total}} \times 100\% = \frac{13}{20} \times 100\% = 65\% \end{aligned}$$

Hasil akhir pengujian data recognize dari pasien tuna wicara diperoleh 1 data tidak dikenali sebagai A, 1 data tidak dikenali sebagai I, 3 data tidak dikenali sebagai O, 2 data tidak dikenali sebagai U. Untuk isyarat wicara E, dari 5 sinyal yang diuji cobakan dapat dikenali seluruhnya.

Perincian hasil pengujian data recognize atau pengenalan yang diambil dari pasien orang normal :

- Jumlah data total : 25 data
- Jumlah data benar : 16 data
- Jumlah data salah : 9 data

Sehingga diperoleh nilai perhitungan error dan akurasi, yaitu :

$$\begin{aligned} \% \text{ error} &= \frac{\text{Jumlah data salah}}{\text{Jumlah data total}} \times 100\% = \frac{9}{25} \times 100\% = 36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ akurasi} &= \frac{\text{Jumlah data salah}}{\text{Jumlah data total}} \times 100\% = \frac{16}{25} \times 100\% = 64\% \end{aligned}$$

Hasil akhir pengujian data recognize dari pasien orang normal diperoleh 1 data tidak dikenali sebagai A, 2 data tidak dikenali sebagai I, 3 data tidak dikenali sebagai U, 1 data tidak dikenali sebagai E dan 2 data tidak dikenali sebagai O.

Dari hasil keseluruhan pengujian data sampel recognize baik yang diambil dari pasien tuna wicara maupun sampel yang diambil dari pasien orang normal, dapat diketahui bahwa pada pengujian sinyal ini sebanyak 29 data sinyal EMG (*Electromyograph*) dapat dikenali dengan baik. Sementara itu 16 data sinyal EMG (*Electromyograph*) lainnya dari total 45 data yang diujikan, tidak dapat dikenali. Hal ini dapat dikarenakan posisi atau bentuk mulut saat berartikulasi pada masing – masing orang berbeda, sehingga diperlukan penyatuan persepsi tentang bagaimana cara berartikulasi sesuai dengan ketegangan otot yang diinginkan.

Persentase tingkat keberhasilan secara keseluruhan sistem identifier adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah data identifikasi} &= 45 \text{ data} \\ \text{Jumlah data dikenali} &= 29 \text{ data} \\ \text{Tingkat keberhasilan} &= \frac{29}{45} \times 100\% = 64.44\% \end{aligned}$$

Sehingga tingkat keberhasilan sistem ini secara keseluruhan adalah 64.44%.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metoda pendeteksian sinyal dari otot *Depressor Anguli Oris* menggunakan metode kedua yang telah diperbarui dari metode pengambilan sinyal pada percobaan pertama yang dilakukan pada Bab IV, berhasil mendeteksi ciri sinyal terhadap masing – masing isyarat wicara huruf vokal. Sehingga pada penelitian ini pengambilan sinyal sampel dilakukan pada otot *Depressor Anguli Oris* menggunakan metoda yang telah diperbarui yaitu elektroda positif diposisikan di otot *Depressor Anguli Oris* bagian kanan atas dengan lubang hidung sebelah kanan. Elektroda negatif diposisikan di otot *Depressor Anguli Oris* bagian kiri bawah dekat dengan dagu. Kemudian elektroda referensi diposisikan pada tulang dahi bagian atas.
2. Karakteristik filter sinyal digital menggunakan metoda hamming memiliki respon frekuensi pada steady state sinyal yang lebih halus dan stabil, bila dibandingkan dengan metoda hanning dan Bartlett, dimana pada saat mencapai kondisi steady statenya sinyal yang dihasilkan tidak stabil.
3. Hubungan antara jumlah data learning, lama waktu belajar dan akurasi pengenalan terhadap suatu sinyal pada sistem JST (*Jaring Syaraf Tiruan*), dapat disimpulkan semakin banyak jumlah data learning maka kemampuan pengenalan terhadap suatu sinyal akan semakin baik, tetapi waktu yang dibutuhkan untuk sistem learning akan semakin lama. Begitu pula sebaliknya semakin sedikit data learning, kemampuan pengenalan terhadap suatu objek akan semakin berkurang, tetapi waktu learning akan semakin cepat.
4. Pada penelitian ini membuktikan bahwa sinyal EMG (*Electromyograph*) yang digunakan mendeteksi aktifitas otot pada otot wajah, dapat dimanfaatkan untuk mengenali isyarat wicara huruf vokal (A,I,U,E,O) dari proses artikulasi atau perubahan bentuk mulut. Pada tahap uji coba sistem data sampel berasal dari pasien tuna wicara dan persentase keakuratannya sebesar 65%, sedangkan data sampel yang berasal dari pasien orang normal memiliki tingkat keakuratan sebesar 64%. Dan tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan sebesar 64.44%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fellbaum, K.: Human-Human Communication and Human-Computer, Interaction by Voice. Lecture on the Seminar "Human Aspects of Telecommunications for Disabled and Older People". Donostia (Spain), 11 June 1999.
- [2] <http://fatchul-uny.blogspot.com/2010/03/agar-para-penderita-tuna-larynx-dapat.html>, Maret 2010.
- [3] Nury Nurdwinuringtyas, Tanpa pita suara: bicara kembali, Blog spot, Februari, 2009.
- [4] American Cancer Society. Cancer facts and figures-2002.
- [5] www.webwhispers.org/news/oct2004, Nopember 2009.
- [6] <http://www.tanyadokteranda.com/2011/01/senam-wajah-solusi-wajah-sehat-di-tengah-kesibukan/?comments=true>
- [7] <http://www.britannica.com/EBchecked/media/119400/Muscles-of-the-neck>
- [8] Betts, Bradley J and Jorgensen, Charles. (2005), "Small Vocabulary Recognition Using Surface", Ames Research Center Moffett Field, California, 94035-1000.
- [9] Hueber, Thomas and Denby, Bruce. (2009), "Development of a silent speech interface driven by ultrasound and optical images of the tongue and lips", Vocal Tract Visualization Lab, University of Maryland Dental School, USA.
- [10] Hein, Lena Maier. (2005), "Speech Recognition Using Surface Electromyography", Universitat Karlsruhe 76131 Karlsruhe Deutschland.
- [11] Larraz, Eduardo Lopez and Minguez, Javier. (2005), "Syllable-Based Speech Recognition Using EMG", Universidad de Zaragoza, Spain.